

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 J 1/02	C	7381-2G		
5/02	C	7204-2G		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-277575

(22)出願日 平成4年(1992)10月15日

(71)出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72)発明者 阪井 淳

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 相澤 浩一

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(72)発明者 栗井 崇善

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74)代理人 弁理士 松本 武彦

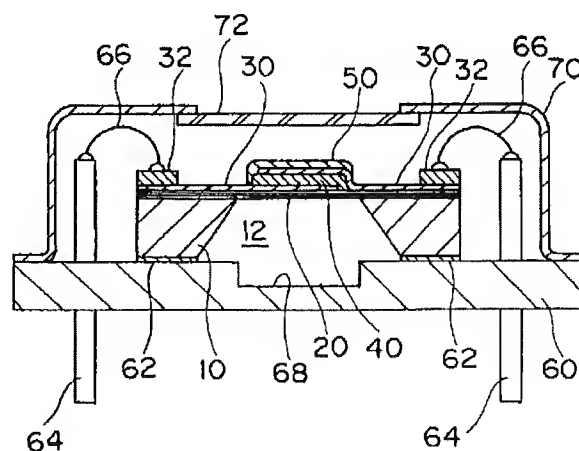
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 赤外線センサ

(57)【要約】

【目的】 薄膜抵抗体を用いた赤外線センサにおいて、赤外線を検出感度を大幅に向上させて、各種の用途に好適に採用できる赤外線センサを提供する。

【構成】 基板10に中空状態で支持された熱絶縁膜20の上に、一対の電極30、30を有する抵抗体層40からなる赤外線検出部を備え、前記基板10がパッケージ内に封入されてなる赤外線センサにおいて、パッケージの内部空間が、1 Torr以下の減圧状態であることにより、赤外線検出部から周囲の気体を介してパッケージの構造部分に熱が伝わるのを阻止し、赤外線センサの感度を向上させる。



#### 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板に中空状態で支持された熱絶縁膜の上に、一対の電極を有する抵抗体層からなる赤外線検出部を備え、前記基板がパッケージ内に封入されてなる赤外線センサにおいて、パッケージの内部空間が、1 Torr以下の減圧状態であることを特徴とする赤外線センサ。

【請求項2】 請求項1の赤外線センサにおいて、基板がパッケージの基台上に実装され、基台のうち、空間を隔てて赤外線検出部と対面する個所が基板の接合個所よりも凹んでいる赤外線センサ。

【請求項3】 請求項1の赤外線センサにおいて、基板がパッケージの基台上に実装され、基台のうち、基板の接合個所にスペーサが設けられ、スペーサの上に基板が接合されている赤外線センサ。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、赤外線センサに関し、詳しくは、温度による抵抗値の変化を利用して赤外線を検出する熱型赤外線センサに関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】 人体検知などに用いられる赤外線センサは、微弱な赤外線の輻射エネルギーを検出しなければならないため、高感度が要求される。赤外線センサに従来使用されていた焦電素子に代わって、最近、Siマイクロマシンニング技術を用いた熱型赤外線検出素子の開発が盛んに行われている。これは、薄膜抵抗体には、温度の変化によって抵抗値が変化するという特性があることから、このような薄膜抵抗体に一対の電極を取り付けておき、赤外線の輻射エネルギーによる薄膜抵抗体の温度変化を検出しようというものである。

【0003】 このような薄膜抵抗体を用いた熱型赤外線素子は、半導体製造プロセスを利用して作製できるため、バッチ処理による大量生産、低コスト化、ICとの集積化が可能である等の特徴を有している。また、焦電素子の欠点である、振動によってノイズが発生するという問題がない点でも優れている。しかし、焦電素子に比べて、感度が大幅に低いという大きな欠点があるため、人体検知等に適用することは困難であった。

【0004】 そこで、薄膜抵抗体を用いた熱型赤外線素子の感度を向上させるための工夫が様々になされている。たとえば、赤外線検出部を熱絶縁性薄膜体の上に設けるとともに、この熱絶縁性薄膜体を支持する基板のうち、赤外線検出部の裏側に対応する部分をエッチングで欠除し、熱絶縁性薄膜体を中空状態にして周辺のみで支持する、いわゆるダイアフラム構造が採用されている。この構造では、赤外線検出部の熱が、薄い熱絶縁性薄膜体のみを通じて周囲の基板側に伝達されることになるので、赤外線検出部の熱が基板側に逃げ難く、赤外線の輻射エネルギーを薄膜抵抗体の温度変化に効率良く変換でき、その結果、検出感度が向上する。

【0005】 また、赤外線検出部の赤外線入射側に、フィルタを設けておくことが行われている。このフィルタは、シリコンなどからなる基板の表面に光学干渉多層膜がコーティングされたものなどからなり、検出しようとする赤外線の波長帯を良好に透過させるとともに、雑音となる不要な波長成分を遮断し、空気との屈折率差による反射損失を軽減することができ、その結果、赤外線センサの感度を向上させることができる。

【0006】 その他、従来採用されていた主な感度向上方法は、①熱絶縁性薄膜体の熱抵抗を高くする方法、②薄膜抵抗体の温度-抵抗係数（B定数）を高くする方法、③赤外線吸収膜の吸収率を高める方法などがある。①の方法は、熱絶縁性薄膜体に、 $\text{SiO}_2$ のような熱伝導率の低い材料を用いるとともに、膜厚を薄くしたり、前記ダイアフラム構造における中空部分の面積を大きくしたりするというように形状的にも工夫して、熱抵抗を高めるようにする方法である。

【0007】 ②の方法は、たとえば、薄膜抵抗体にアモルファスSiを用いれば、前記B定数が8000程度になり、わずかな温度上昇でも、大きな出力変化が得られて感度が向上する。③の方法は、たとえば、赤外線吸収膜の材料に、金黒（ゴールドブラック）を用いれば、赤外線吸収率が90%以上あるので、赤外線の輻射エネルギーを薄膜抵抗体の温度上昇に有効に利用できる。また、 $\text{SiO}_2$ も、人体検知用の一般的な赤外線センサにおける検出波長に該当する7～12 $\mu\text{m}$ 程度の波長帯に対する吸収率が高いので、感度向上に有効である。

##### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、上記のような各種の感度向上方法を採用しても、薄膜抵抗体を用いた熱型赤外線検出素子の感度向上には限度があり、各種の用途に実用化するには、いまだ感度が不足していた。具体的には、人体検知装置に赤外線センサを利用する場合、従来の焦電素子に比べて、薄膜抵抗体を用いた赤外線検出素子は、周辺装置などの条件が同じであると、感度が1/10以下であり、実用上十分な感度を達成するには、改善が必要である。

【0009】 たとえば、前記①の方法では、熱絶縁性薄膜体の厚みをあまり薄くしたり、中空部分の面積を広くしたりすると、薄膜体の強度が不足して、破壊に至ることになるので、この方法による感度向上効果には限度がある。前記②の方法では、現在のところ、前記アモルファスSiよりも、さらに特性の優れた実用可能な薄膜抵抗体の材料は見当たらず、これ以上の感度向上は難しい。前記③の方法でも、赤外線吸収膜の材料として、現在以上の、飛躍的な特性向上は望めない。また、熱絶縁性薄膜体や薄膜抵抗体、赤外線吸収膜などに、特性の優れた材料が見つかったとしても、材料のコストが大幅に高くなるのでは、実用化は困難である。

【0010】 そこで、この発明の課題は、前記のような

薄膜抵抗体を用いた赤外線センサにおいて、赤外線の検出感度を大幅に向上させて、各種の用途に好適に採用できる赤外線センサを提供することにある。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する、この発明のうち、請求項1の赤外線センサは、基板に中空状態で支持された熱絶縁膜の上に、一对の電極を有する抵抗体層からなる赤外線検出部を備え、前記基板がパッケージ内に封入されてなる赤外線センサにおいて、パッケージの内部空間が、1 Torr以下の減圧状態である。

【0012】基板や熱絶縁膜、赤外線検出部などの赤外線検出素子の基本的な構造は、従来の薄膜抵抗体を用いた赤外線検出素子と同様でよい。このような赤外線検出素子は、金属や合成樹脂、セラミックなどからなるパッケージ内に実装されて、赤外線センサが構成される。パッケージの基本的な構造も、従来の通常の赤外線センサと同様でよい。

【0013】この発明では、赤外線検出素子の基板をパッケージの基台などに実装して、赤外線検出素子をパッケージ内に封入しておくとともに、このパッケージの内部空間を、1 Torr以下の減圧状態にしておく。パッケージ内を減圧状態にするには、赤外線検出素子をパッケージ内に封入した後、パッケージから真空排気して減圧してもよいし、パッケージの基台などに赤外線検出素子の基板を実装した後、基台の上にキャップすなわち蓋体を被せて接合封止する作業を、減圧状態で行ってもよい。その他、各種電子部品などにおける真空密封技術が適用できる。

【0014】減圧圧力は、低いほど、すなわち真空に近いほど、この発明の作用効果が良好に達成されるが、減圧作業の行い易さや、減圧状態を維持する密封構造の複雑さなども考慮して、1 Torr以下の適当な圧力に設定しておけばよい。パッケージの内部空間は、大気を減圧状態で充填しておいてもよいし、熱伝導率の小さなガスあるいは不活性ガスなどを減圧状態で充填しておいてもよい。

【0015】この発明では、赤外線検出素子をパッケージ内に封入しておくので、赤外線検出素子へ赤外線が良好に入射されるように、パッケージの壁面に、赤外線の入射窓をあけ、この窓にフィルタを設けておくのが好ましい。フィルタの材料および構造は、従来の赤外線センサにも使用されているような通常の赤外線フィルタが用いられる。

【0016】パッケージ内に封入される赤外線検出素子は、赤外線検出部が、出来るだけパッケージの壁体などの構造物から離れた状態で配置されるようにしておくのが好ましい。そのため、請求項2のように、基板がパッケージの基台上に実装され、基台のうち、空間を隔てて赤外線検出部と対面する個所が基板の接合個所よりも凹んでいれば、赤外線検出部と基台の表面との距離を大き

くすることができる。

【0017】この基台に設ける凹部の平面形状および深さは、基板の基台への接合面積を充分にとることができ、基台の強度などを損なわなければ、出来るだけ大きく深いほうが好ましいが、凹部の加工の手間なども考慮して、少なくとも、赤外線検出部における抵抗体層や赤外線吸収層の平面形状と同じ程度の形状寸法にしておくのが好ましい。

【0018】凹部の加工方法は、基台の材料に合わせて、任意の加工手段が採用でき、たとえば、基台の成形と同時に成形しておいたり、機械加工を行ったり、エッチングなどの化学的加工手段を採用したりすることができる。つぎに、請求項3のように、基台のうち、基板の接合個所にスペーサを設け、このスペーサの上に基板を接合しておくことができる。

【0019】すなわち、基台の赤外線検出部と対面する個所に凹部を加工する代わりに、基板の接合個所を、赤外線検出部と対面する個所よりも高くしておくのである。スペーサの形状および配置は、基板を基台に安定して確実に接合しておけ、スペーサが赤外線検出部と対面する個所にはみださないようにしておければ、自由に設定できる。スペーサの高さは、高くしておくほど、赤外線検出部と基台の表面との間の距離をとれるが、基板の支持強度やパッケージ全体の高さなども考慮して、必要かつ十分な高さに設定しておけばよい。スペーサの材料は、基台および基板に接合可能な材料であればよく、基台あるいは基板と同じ材料など、通常の半導体装置やパッケージに使用されている材料が用いられる。

【0020】以上に説明した、パッケージ内を減圧状態にしておくこと、あるいは、基台に設ける凹部もしくはスペーサの構成以外の、赤外線センサの構成、たとえば、赤外線検出部の抵抗体層や赤外線吸収層あるいは熱絶縁膜の材料や構造、基板に対する熱絶縁膜の支持構造、基板に設ける中空部の形状などは、通常の赤外線センサにおける構成を、任意に組み合わせる構成することができる。

#### 【0021】

【作用】赤外線検出部において、一定の入射エネルギーに対する温度上昇を高くするのに適した構造体は、赤外線検出部を構成する材料の熱伝導率、比熱等の物性値および構造体の形状寸法をもとに、所定の熱計算を行うことによって、推定することができる。しかし、本発明者らが、上記のような熱計算にもとづいて、実際に赤外線検出素子を作製し、その構造と温度上昇の関係を求めたところ、ある一定レベル以上まで熱抵抗が高くなってくると、それ以上は推定値通りに温度上昇が起こらないということが、判明した。

【0022】これは、赤外線検出部、たとえば熱絶縁膜の材料やダイアフラム構造の具体的な形状構造を改善して、赤外線検出部から熱絶縁膜などを介して熱が逃げる

のが良好に阻止された状態になると、赤外線検出部の周囲に存在する空気を介しての熱伝導が、赤外線検出部から外部への熱の伝達に大きな割合を占めるようになるからであると考えられる。したがって、この段階では、それ以上に熱絶縁膜の材料の改良などを行っても、もはや、赤外線センサの感度向上にはあまり役に立たないものである。

【0023】ところで、一般に、温度 $T_1$ 、 $T_2$ の2枚の平行平板間で、中間に存在する気体を介しての熱伝導量 $Q$ は、気体分子の平均自由行程 $L$ が平行平板間の間隔 $d$ よりも十分に小さい場合、以下の式で表される。

$$Q = \kappa A (T_1 - T_2) / d$$

ここで、 $\kappa$ ：気体の熱伝導率、 $A$ ：断面積である。

【0024】上の式を、前記赤外線センサに適用すると、赤外線検出部とパッケージの壁体などの構造部分との間に存在する気体の熱伝導率が小さいほど、この気体を介しての熱伝導は少なくなり、赤外線検出部を良好に熱絶縁できることが判る。そこで、この発明では、赤外線検出素子をパッケージ内に封入しておくとともに、パッケージの内部空間を、1 Torr以下の減圧状態にしておくことによって、内部空間の気体による実質的な熱伝導率を低下させることができ、その結果、赤外線検出部から内部空間の気体を介してパッケージの構造部分へと熱が逃げるのを阻止して、赤外線の検出感度を向上させることができる。

【0025】つぎに、前記式から、赤外線検出部とパッケージの構造部分との間隔を広げることによっても、赤外線検出部からパッケージの構造部分への熱伝導量が減少することが判る。通常の赤外線センサでは、赤外線検出部の片面側には、赤外線フィルタが設けられ、赤外線検出部の反対面側には、基台の表面が間隔をあけて対面している。赤外線フィルタと赤外線検出部の距離は、赤外線検出素子の実装構造や光学的や制約条件があるので、通常、1～2 mm程度に設定されていて、この距離を大きく変更することはできない。

【0026】そこで、請求項2のように、基台のうち、空間を隔てて赤外線検出部と対面する個所を、基板の接合個所よりも凹ませておけば、赤外線検出部と、これに対面する基台の表面との距離が大きくなり、赤外線検出部から基台の表面への熱伝達を阻止することができる。この構造は、表面が平坦な基台を用いた場合と、基台の厚みは同じでよく、パッケージ全体の厚みが増える心配もないという利点を有している。

【0027】また、請求項3のように、基台のうち、基板の接合個所にスペーサを設け、スペーサの上に基板を接合しておくことにより、前記同様に、赤外線検出部と、これに対面する基台の表面との距離を大きくして、赤外線検出部から基台の表面への熱伝達を阻止することができる。この構造は、基台の厚みを十分に確保できるので、基台の機械的強度や耐久性が良好であるとい

う利点を有している。

【0028】

【実施例】について、この発明の実施例について、図面を参照しながら以下に説明する。図1に、赤外線センサの全体構造を示している。シリコンなどからなる基板10の上に、窒化シリコンや酸化シリコンなどからなる熱絶縁膜20が形成され、熱絶縁膜20の上には、アモルファスSiなどからなる抵抗体層40、抵抗体層40を上下から挟むクロムなどからなる電極層30、30、抵抗体層40の表面を覆う赤外線吸収層50を備えた赤外線検出部が形成されている。電極層30、30の端部には、配線接続用のパッド32、32が設けられている。赤外線検出部の設置個所に対応する熱絶縁膜20の裏側で、基板10には中空部12が欠陥形成されており、この中空部12の部分では、熱絶縁膜20が中空状態になっており、いわゆるダイアフラム構造を構成している。

【0029】上記のような構造の赤外線検出素子が、パッケージに封入されて赤外線センサとなる。赤外線検出素子の基板10が、セラミックや、金属あるいは合成樹脂などからなる基台60の上に、接合剤62を介して接合搭載されている。基台60には、棒状の端子64、64が、基台60の上下面を貫通して取り付けられている。端子64、64の上端と、赤外線検出素子のパッド32、32は、ボンディングワイヤ66で配線接続されている。

【0030】基台60のうち、赤外線検出素子の赤外線検出部すなわち抵抗体層40や赤外線吸収層50と対面する個所に、凹部68が形成されており、基板10が接合される個所よりも、表面が低くなっている。すなわち、赤外線検出部を設けた熱絶縁膜20から、基板10の中空部12を介して、凹部68の底面までの距離が、熱絶縁膜20から基板10を基台60に接合した個所までの距離よりも、大きくなっている。

【0031】基台60の上方には、金属などからなるキャップ状の蓋体70が被せられて、赤外線検出素子を封入した状態で、基台60に接合されている。この基台60と蓋体70で囲まれた内部空間は、不活性ガスを充填しておいたり、減圧状態にしておいたりすることができる。蓋体70のうち、赤外線検出部すなわち抵抗体層40および赤外線吸収層50と対面する個所には、窓が貫通形成されて、この窓にはフィルタ72が取り付けられている。フィルタ72は、検出しようとする赤外線の透過率の高いガラスや透明合成樹脂などが用いられる。

【0032】上記のような構造を備えた赤外線センサの製造方法について、特に、赤外線検出素子部分の製造方法を主に説明する。まず、シリコン基板の上に熱絶縁膜を形成した。すなわち、減圧CVD法を用い、 $Si_3N_4$ を0.1  $\mu m$ 、 $SiO_2$ を0.4  $\mu m$ 、さらに $Si_3N_4$ を0.1  $\mu m$ 連続形成して、3層構造の多層膜からなる熱絶縁膜を形成した。

【0033】この熱絶縁膜の上に、赤外線検出部を形成した。EB蒸着により、下部電極となるCrを $0.2\mu\text{m}$ 形成し、フォトリソグラフィで所定のパターンに加工した。下部電極の上に、プラズマCVD法で、抵抗体層となるアモルファスSiを $1\mu\text{m}$ 形成し、所定のパターンに加工した。この抵抗体層の上に、プラズマCVD法で、赤外線吸収膜となる $\text{SiO}_2$ を $1.5\mu\text{m}$ 形成し、所定のパターンに加工した。このようにして形成された赤外線検出部の平面形状は、 $1\text{mm}$ 角の正形状であった。なお、ひとつの基板上には、上記したような赤外線検出部を合計4個形成して、ブリッジ状に配線接続した。

【0034】基板のうち、赤外線検出部が形成された面の裏面側から、水酸化カリウムでエッチングして、基板をパターン状に欠除して中空部を形成した。このようにして形成された熱絶縁膜の中空部分の大きさは、 $1.5\text{mm}$ 角の正形状であった。このようにして作製された赤外線検出素子を、パッケージの基台上にダイボンディングして実装し、ワイヤボンディングで配線接続を行った。このとき使用した基台には、赤外線検出素子の赤外線検出部と対面する個所に、幅 $1.5\text{mm}$ 、深さ $1.5\text{mm}$ の凹部を形成しておいた。基台に被せる蓋体には、低融点ガラスでフィルタを封着しておいた。 $5 \times 10^{-2}\text{Torr}$ の減圧下で、赤外線検出素子が実装された基台に蓋体を被せ、抵抗溶接によって封止した。これによって、パッケージの内部空間は減圧状態のままで密封された。

【0035】以上のようにして製造された赤外線センサに、黒体炉から照射された一定エネルギーの赤外線を入射させて、そのときの温度上昇を測定したところ、 $3.0\text{m}^\circ\text{C}/0.1\mu\text{W}$ であった。比較のために、同様の構造を備えているが、パッケージの封止を大気圧環境で行った赤外線センサを製造し、同様の測定を行ったところ、温度上昇が、 $0.3\text{m}^\circ\text{C}/0.1\mu\text{W}$ であった。このことから、この実施例の赤外線センサは、従来構造の赤外線センサに比べて、入射した赤外線のエネルギーが同じでも、より大きな温度上昇が得られることが判る。すなわち、赤外線検出部から熱が逃げ難く、赤外線のエネルギーを抵抗体層の温度上昇に有効に変換して、高い出力感度が得られることになる。

【0036】つぎに、図2に示す実施例は、基台に凹部を形成しておく代わりに、スペーサを設けておく場合である。基本的な構造は前記実施例と同様であるので、共通する部分には同じ符号をつけ、構成の異なる部分を主に説明する。赤外線検出素子の構造は前記実施例と全く同じである。パッケージの基台60には、前記実施例のような凹部は形成されておらず、全面が平坦に形成されている。この基台60の上で、赤外線検出素子の基板10を接合する個所に、基台60と同様の材料などからなるスペーサ69、69が接合され、このスペーサ69、69の上に接合材62を介して基板10が接合されてい

る。したがって、赤外線検出部の熱絶縁膜20から基台60の表面までの距離は、基板10の厚みにスペーサ69の厚みを加えた長さになる。

【0037】上記実施例についても、前記実施例と同様に温度上昇を測定したところ、前記実施例と同様に高い温度上昇を示し、赤外線センサの感度向上を果たせることが確認できた。さらに、図3に示す実施例は、基台に凹部およびスペーサの何れをも設けていない場合である。

【0038】この実施例の場合にも、前記各実施例と同様の温度上昇測定を行ったところ、前記図1および図2の実施例に比べると温度上昇は少なかったが、パッケージの内部空間が大気圧のままの従来構造の赤外線センサに比べると、はるかに高い温度上昇が認められ、この発明の作用効果が実証された。つぎに、図4には、前記図1の実施例の赤外線センサで、パッケージを封止する際の減圧圧力を種々変えて赤外線センサを製造し、その温度上昇を測定した結果をグラフに示している。このグラフをみれば、真空度が $0.1\text{Torr}$ のあたりで、温度上昇値が顕著に増大していることが判る。なお、温度上昇がある程度達成されると、それ以上真空度が高くなっても、温度上昇の向上はあまり認められなくなること判る。

#### 【0039】

【発明の効果】以上に述べた、この発明にかかる赤外線センサは、パッケージの内部空間を $1\text{Torr}$ 以下の減圧状態にしていることにより、赤外線検出部から内部空間の気体を介してパッケージの構造部分へと、熱が逃げるのを良好に阻止して、赤外線検出部における赤外線の検出感度を大幅に向上させることができた。

【0040】その結果、従来、薄膜抵抗体を用いた熱型赤外線センサでは、限界があると考えられていた検出感度を、さらに大きく向上させることが可能になり、この種赤外線センサの実用化、あるいは、用途の拡大に大きく貢献することができる。また、この発明では、赤外線検出部やパッケージの基本的な構造は、従来と同様の構造が採用できるので、製造は容易でコスト的にも安価に生産することができる。

【0041】つぎに、上記この発明の赤外線センサにおいて、赤外線検出素子を実装する基台に、前記したような凹部やスペーサを設けておけば、赤外線検出部から基台の表面までの間隔を広げることができ、この間隔の空間が減圧状態であることと相まって、赤外線検出部から基台に熱が逃げるのを、より良好に阻止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例をあらわす赤外線センサの断面図

【図2】 別の実施例をあらわす赤外線センサの断面図

【図3】 別の実施例をあらわす赤外線センサの断面図

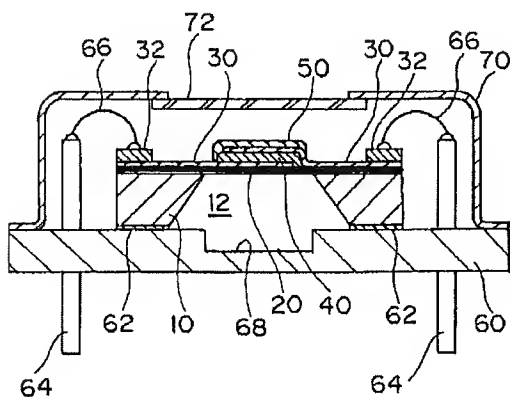
【図4】 パッケージの真空度と赤外線検出部の温度上昇の関係を表す線図

【符号の説明】

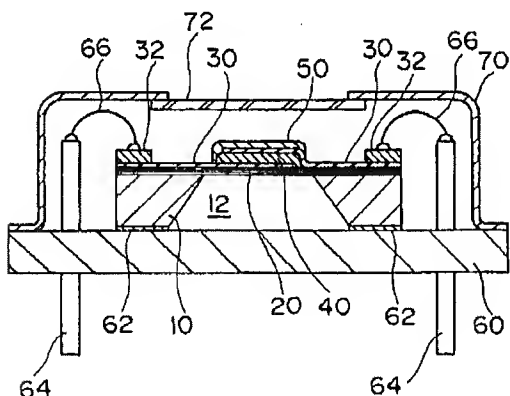
10 基板  
12 中空部  
20 熱絶縁膜  
30 電極層

40 抵抗体層  
50 赤外線吸収層  
60 基台  
68 凹部  
69 スペーサ  
70 蓋体  
72 フィルタ

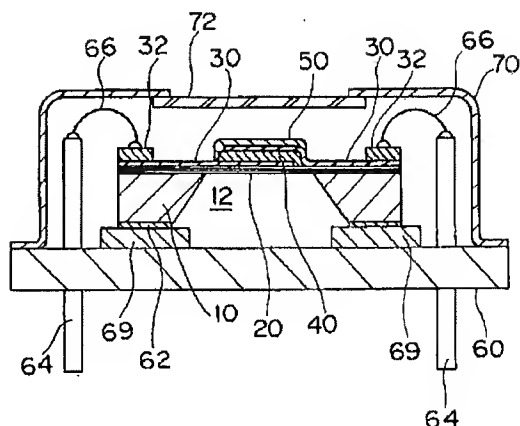
【図1】



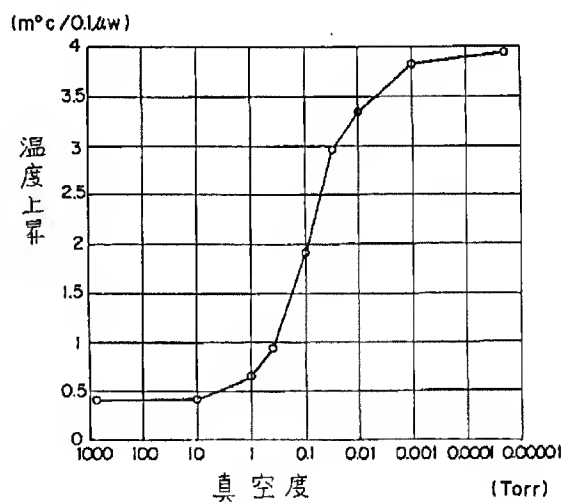
【図3】



【図2】



【図4】



【手続補正書】

【提出日】平成4年12月21日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正内容】

【0027】また、請求項3のように、基台のうち、基

板の接合個所にスペーサを設け、スペーサの上に基板を接合しておくことにより、前記同様に、赤外線検出部と、これに対面する基台の表面との距離を大きくして、赤外線検出部から基台の表面への熱伝達を阻止することができる。この構造は、基台の厚みを充分に確保できるので、基台の機械的強度や耐久性が良好であるという利点を有している。

フロントページの続き

(72)発明者 石田 拓郎  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 柿手 啓治  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 姫澤 秀和  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内  
(72)発明者 紙谷 文啓  
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内